

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-154825

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

H01L 31/12
H04B 10/105
H04B 10/10
H04B 10/22
H04B 10/24
H04B 10/28
H04B 10/02
H04B 10/18

(21)Application number : 08-313727

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.11.1996

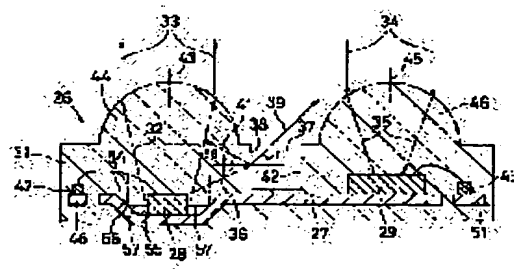
(72)Inventor : MASAKI RYOICHI

(54) LIGHT EMITTING/RECEIVING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light emitting/receiving device which can be suitably employed in a bidirectional full duplex communication system and can reliably prevent invasion of crosstalk light from a light emitting element to a light receiving element in a front-end part.

SOLUTION: A light emitting diode 28 and a photodiode 29 are provided as spaced from each other on a conductor such as a lead frame, integrally molded with covering layer of epoxy resin to form light emitting and receiving lenses. A groove 37 is made in the covering layer between the light emitting and receiving elements to be open to the light emitting direction of the light emitting element and to the light incident direction of the light receiving element. As a result, it can be prevented that light from the light emitting element is passed and refracted through an inner face 38 of the groove on its light emitting element side and then invaded into the light receiving element, or that light from the light emitting element is totally reflected at the inner face on the light emitting element side and then advanced into the atmosphere air.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3425310

[Date of registration] 02.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-154825

(43)公開日 平成10年(1998) 6月9日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 1 L 31/12		H 0 1 L 31/12	A
H 0 4 B 10/105		H 0 4 B 9/00	R
10/10			G
10/22			W
10/24			M

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-313727

(22)出願日 平成8年(1996)11月25日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 正木 亮一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

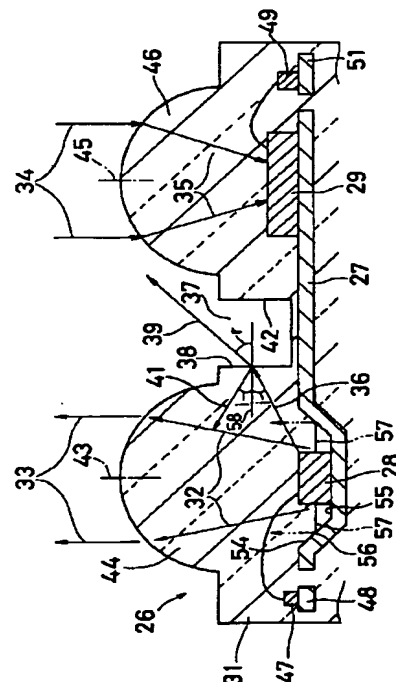
(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎

(54)【発明の名称】 発光／受光装置

(57)【要約】

【目的】 双方向全二重通信方式に好適し、フロントエンド部における発光素子から受光素子へのクロストーク光が混入することを確実に防ぐこと。

【解決手段】 リードフレームなどの導体上に発光ダイオード28とホトダイオード29とが間隔をあけて並置して設けられ、エポキシ樹脂から成る被覆層によって一体成形され、発光用レンズと受光用レンズとが形成される。この被覆層には、発光素子と受光素子との間で、発光素子の発光方向および受光素子への入射方向側に開放した溝37を形成する。これによってその溝の発光素子側の内面38で、発光素子からの光が、その内面を透過して屈折し、受光素子に入込むことが防がれ、また発光素子側の内面で発光素子からの光が全反射され、空气中に進むことが防がれる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光素子と受光素子とが、間隔をあけて並置され、

発光素子の発光方向と、受光素子によって受光される光の入射方向とが、発光素子と受光素子との並置方向に関して、一方側に、設けられ、

発光素子と受光素子とが、透光性合成樹脂製被覆層によって被覆される発光／受光装置において、

被覆層には、発光素子と受光素子との間で、前記一方側に開放した溝を形成したことを特徴とする発光／受光装置。

【請求項 2】 前記溝の内面は、発光素子および受光素子の外周に沿って円弧状に形成されることを特徴とする請求項 1 記載の発光／受光装置。

【請求項 3】 被覆層には、発光素子と受光素子との間で、前記並置方向に関して、他方側に開放した溝が、さらに形成されることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の発光／受光装置。

【請求項 4】 前記溝の発光素子側の内面は、発光素子から前記一方側に遠くからつれて受光素子寄りに傾斜していることを特徴とする請求項 1～3 のうちの 1 つに記載の発光／受光装置。

【請求項 5】 発光素子と溝の発光素子側の内面との前記並置方向に垂直な相互の位置を、

発光素子からの光が溝の前記発光素子側の内面と成す入射角 θ が、

前記発光素子側の内面を透過した屈折光が被覆層の受光素子を被覆する部分よりも前記一方側に進むように、または前記発光素子側の内面で全反射する臨界角以上となるように、定めることを特徴とする請求項 1～4 のうちの 1 つに記載の発光／受光装置。

【請求項 6】 発光素子は、導体上に設けられ、この導体には、前記並置方向に沿う発光素子と、溝の前記発光素子側の内面との間で、発光素子側よりも受光素子側で隆起した段差が形成され、

この段差によって、発光素子から前記発光素子側の内面に進む光を部分的に遮蔽することを特徴とする請求項 5 記載の発光／受光装置。

【請求項 7】 2 つの通信ユニットを含み、各通信ユニットは、

(a) 発光／受光装置であって、
発光素子と受光素子とが、間隔をあけて並置され、
発光素子の発光方向と、受光素子によって受光される光の入射方向とが、発光素子と受光素子との並置方向に関して、一方側に、設けられ、

発光素子と受光素子とが、透光性合成樹脂製被覆層によって被覆され、

被覆層には、発光素子と受光素子との間で、前記一方側に開放した溝を形成した発光／受光装置と、

(b) 送信すべきデータを変調して発光素子を駆動する

送信手段と、

(c) 受光素子からの出力を復調して前記データを得る受信手段とを含み、

一方の通信ユニットの発光素子からの光を他方の通信ユニットの受光素子によって受光し、かつ前記他方の通信ユニットの発光素子からの光を前記一方の通信ユニットの受光素子によって受光して全二重通信を行うことを特徴とする双方向全二重通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、発光素子と受光素子とを備え、データ通信のために好適して使用される発光／受光装置に関し、さらにその発光／受光装置を備える双方向全二重通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 異なるコンピュータ間ならびにパーソナルコンピュータおよび周辺機器との間で、赤外線によるデータ通信が広く利用されだしている。従来の赤外線によるデータ通信は、IrDA (Infrared Data Association) によって、従来では半二重方式が規格化されている。IrDA は、赤外線 (Ir) を利用したコードレス通信であって、情報機器、通信機器等を相互接続する標準規格を策定し普及させることを目的とした標準化団体の名称であって、1993 年に設立された。

【0003】 半二重伝送方式では、2 つの各通信ユニットが送受信を行うにあたり、各通信ユニットは、受信中であれば送信は行わず、送信中であれば受信を受けないように構成され、すなわち 2 つの各通信ユニットが同時に伝送しあっているのではなく、一方の通信ユニットが送信し終わってから始めて、他方の通信ユニットが送信し、このようにして送信と受信とが交互に行われる。したがって半二重方式では、一方の通信ユニットが送信中に、他方の通信ユニットは送信を行うことができず、受信だけを行っている。したがって時間のロスが生じ、通信の高速化が望まれている。

【0004】 パーソナルコンピュータなどの機器の高速化、高機能化に伴い、伝送量の増大、伝送時間の短縮が重要になってきている。したがって相互に通信を行う通信ユニットの機器が同時に送受信を行う全二重で伝送することが可能であることが望まれ、全二重方式での伝送が必要になっている。この全二重方式での伝送によって、より高速に、より効率的に、伝送が行われる。

【0005】 IrDA において、パーソナルコンピュータ間、パーソナルコンピュータと携帯端末機器との間、ならびにパーソナルコンピュータと周辺機器との間の赤外線によるワイヤレスデータ通信の規格化が成されてから、急速にワイヤレスデータ通信が普及している。IrDA では、標準規格 IrDA 1.0 および IrDA 1.1 が採択した。また従来から AV (Analogue Visual) 用リモートコントロール (略称リモコン) 方式および A

SK (Amplitude shift keying) 方式の各伝送方式が知られている。これらの特徴をまとめると表1のとおりとなる。

【0006】

【表1】

方 式	AV用リモコン	ASK	IrDA1.0	IrDA1.1
伝送速度 (bps)	約1k	19.2k	115.2k	4M
通信距離 (m)	8	1	1	1
キャリア周波数 (kHz)	33~56.8	500	無	無
片方向/双方向	片方向通信	双方向通信 (半二重)	双方向通信 (半二重)	双方向通信 (半二重)
用 途	リモコン	PDA	ノートPC, PDA, プリンタ	

【0007】表1において、PDAとは、携帯端末器(Personal Digital Assistant)を表し、ノートPCとは、ノート形パーソナルコンピュータを表す。

【0008】表1に示されるように、従来から各種の伝送技術は存在するけれども、パーソナルコンピュータなどのデータ通信の用途では、双方向全二重通信が必要になってきている。全二重方式の通信装置において、発光/受光装置であるフロントエンド部に特に問題となってくるのは、自分自身の送信信号である赤外光が、自分自身の受信側に混入し、この混入する光であるクロストーク光が生じることであり、これによって誤動作を生じる可能性がある。このクロストーク光の問題を、図13および図14を参照してさらに説明する。

【0009】図13は、先行技術の一部の縦断面図である。リードフレームなどの導体1には、発光ダイオード(略称LED)2のチップが接続され、また受光のためのホトダイオード(略称PD)3のチップが接続される。この導体1にはさらに、発光ダイオード2の駆動用集積回路およびホトダイオード3の信号処理用集積回路が接続される。これらの各構成要素1~3は、同時に一体的に透光性合成樹脂の被覆層4によって成形される。こうしてフロントエンド部5が構成される。このフロントエンド部5は、全二重方式伝送を行う一方の通信ユニットに備えられる。発光ダイオード2からの光は参照符6、7に示されるようにして発射され、他方の通信ユニットのフロントエンド部でホトダイオードによって受光される。その前記他方の通信ユニットにおけるフロントエンド部の発光ダイオードからの光は、参照符8、9で示されるようにしてホトダイオード3に入射されて受光される。

$$\tan i = \frac{L/2}{a} \quad \dots (1)$$

【0015】の関係があるので、この先行技術における入射角*i*は、

$$i = \arctan\left(\frac{6/2}{2}\right) = \text{約}56\text{度} \quad \dots (2)$$

【0010】被覆層4は、発光ダイオード2の前方に形成される発光用レンズ10と、ホトダイオード3の前方に配置される受光用レンズ11と、これらのレンズ10、11間にわたって連なる連結部12とから成る。

【0011】図13の先行技術では、発光ダイオード2とホトダイオード3とを、単一の共通の導体1に接続し、したがって発光ダイオード2とホトダイオード3との位置関係を一定に保つことが容易であり、また同一のリードフレームを用いて被覆層4によって一体成形することができ、これによってフロントエンド部5の特性のばらつきをなくし、また生産性を向上することができる。

【0012】被覆層4が、たとえばエポキシ樹脂製であるとき、その屈折率*n*=約1.54であり、したがって発光ダイオード2の側部付近から発射される光13が、連結部12内で、外壁14に進むとき、その入射角*i*が、約41度以上になると、全反射し、参照符15で示されるようにしてホトダイオード3にクロストーク光として受光される。

【0013】実務上、送受信の光量を十分に大きくするために、各レンズ10、11の外径を約5mmφ程度にする必要があるので、発光ダイオード2の光軸16とホトダイオード3の光軸17との並置方向(図13の左右方向)の間隔*L*は、約6mmに定められる。発光ダイオード2の光の放射位置から外壁14までの光軸16に沿う距離*a*は、約2mmである。間隔*L*、距離*a*および入射角*i*に関して、

【0014】

【数1】

【0016】

【数2】

【0017】となる。このことから、入射角 i は、全反射の臨界角約41度を越える値であり、したがって発光ダイオード2の側部から放射される光のほとんどすべてが、ホトダイオード3に到達してしまうことが理解される。

【0018】全二重方式の通信装置では、図13のフロントエンド部5を用いたとき、送信データの光13、15がホトダイオード3によって受信されてしまい、したがって前記他の通信ユニットからの光8、9との区別がつかなくなってしまう。このようなクロストーク光13、15と正常な入射光8、9とを、ホトダイオード3の出力を信号処理する回路において、電気的構成によって除去することは困難である。

【0019】データ伝送を行う2つの一方の通信ユニットのフロントエンド部5と他方の通信ユニットのフロントエンド部との伝送距離が、約1m以上であって長いときであっても、通信を行うことができるようにするために、ホトダイオード3の出力を増幅する増幅回路の利得を大きく設定される。したがってクロストーク光13、15のホトダイオード3への混入をできるかぎり低減することが必要である。発光ダイオード2からの送信データは、コード化信号であり、また前記他方の通信ユニットからの入射光8、9もコード化信号である。したがって発光ダイオード3の出力を信号処理する回路において、その増幅利得を制御してクロストーク光13、15に起因したデータを除去して、正常な入射光8、9のデータだけを得ることは困難である。

【0020】さらにデータ伝送においては、1ビット毎すべて正確に伝送する必要がある、したがってこのことから、フロントエンド部5における自分自身のノイズとなるクロストーク光13、15に起因したホトダイオード3への入射をできるかぎり低減することが必要である。したがってクロストーク光13、15に起因したノイズの発生を、電気的な構成によって除去するのではなく、機械構造に工夫をして取除く必要がある。

【0021】この問題を解決するための他の先行技術は、図14に示される図13の先行技術と対応する部分には、同一の参照符を付す。発光ダイオード2はリード線18に取付けられ、ホトダイオード3はもう1つのリード線19に取付けられ、透光性合成樹脂20、21によって一体的に被覆してモールドされる。さらに図13の先行技術におけるクロストーク光13、15を除去するために、遮光性合成樹脂材料から成る部材22を設け、この部材22は、発光ダイオード2とホトダイオード3との間に介在される仕切板23を有する。

【0022】図14に示される先行技術の新たな問題は、遮光性合成樹脂製部材22を、生産工程においてさらに別工程として入れる必要があり、生産性が劣り、原価の低減に劣り、さらに形状が大形化してしまうということである。さらに発光ダイオード2とホトダイオード

3とは、2つのリード線18、19に個別的に接続されるので、発光ダイオード2とホトダイオード3との位置関係を正確に一定に保つことができず、フロントエンド部5の特性のばらつきを抑えることができなくなる。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、発光素子から受光素子へのクロストーク光を除去し、しかも簡単な構成で生産性が向上された、さらに小形化が可能である発光／受光装置を提供することである。

【0024】本発明の他の目的は、双方向全二重通信を行う2つの各通信ユニットにおける発光／受光装置の前記クロストーク光を除去してデータ伝送の誤動作を防ぎ、正確な通信を行うことができるようにした双方向全二重通信装置を提供することである。

【0025】

【課題を解決するための手段】本発明は、発光素子と受光素子とが、間隔をあけて並置され、発光素子の発光方向と、受光素子によって受光される光の入射方向とが、発光素子と受光素子との並置方向に関して、一方側に、設けられ、発光素子と受光素子とが、透光性合成樹脂製被覆層によって被覆される発光／受光装置において、被覆層には、発光素子と受光素子との間で、前記一方側に開放した溝を形成したことを特徴とする発光／受光装置である。本発明に従えば、合成樹脂製被覆層には、発光素子と受光素子との間で、発光素子と受光素子との並置方向（後述のたとえば図1の左右方向）に関して、発光素子から光を発光して受光素子に光が入射する一側方

（図1の上方）に、開放した溝を形成したので、発光素子の（図1の右方の）側部から放射される赤外線などの光は、前記溝の発光素子側の内面である境界面で、

（a）大きな屈折角で透過して大気中に進み、したがって受光素子側に入込むことが防がれ、あるいはまた

（b）発光素子側の内面で発光素子からの光が全反射し、これらのことa、bによって受光素子側に進むことが防がれる。こうして発光素子から受光素子へのクロストーク光が大きく低減されることになる。

【0026】また本発明は、前記溝の内面は、発光素子および受光素子の外周に沿って円弧状に形成されることを特徴とする。本発明に従えば、図9のように、溝の内面は、発光素子および受光素子の外周に沿って円弧状に形成されているので、発光素子側の内面である境界面から大気中に出た屈折透過光は、受光素子側の円弧状の内面に再入射しにくくなり、その受光素子側の内面で空気中に反射されることになる。こうして受光素子へのクロストーク光を防ぐことができる。

【0027】また本発明は、被覆層には、発光素子と受光素子との間で、前記並置方向に関して、他方側に開放した溝が、さらに形成されることを特徴とする。本発明に従えば、発光素子と受光素子との並置方向に関して、一側方に溝が設けられるだけでなく、一側方とは前記並

置方向に関して反対側である他側方（図 10 の下方）にも溝が図 10 の実施の形態のように、さらに形成される。これによって発光素子から受光素子へのクロストーク光をさらに確実に防ぐことができる。

【0028】また本発明は、前記溝の発光素子側の内面は、発光素子から前記一側方に遠くから入射する光が、発光素子側に傾斜していることを特徴とする。本発明に従えば、図 11 に関連して後述されるように、溝の発光素子側の内面が傾斜されていることによって、発光素子から、その発光素子側の内面である境界面に入射する光の入射角を、全反射が生じるたとえば前述の約 41 度以上とすることができる。こうして溝内へ発光素子からの光が透過して屈折して進むことはない。

【0029】また本発明は、発光素子と溝の発光素子側の内面との前記並置方向に垂直な相互の位置を、発光素子からの光が溝の前記発光素子側の内面と成す入射角 i が、前記発光素子側の内面を透過した屈折光が被覆層の受光素子を被覆する部分よりも前記一側方に進むように、または前記発光素子側の内面で全反射する臨界角以上となるように、定めることを特徴とする。本発明に従えば、図 12 のように、発光素子を、前記並置方向（図 12 の下方）に垂直な方向にずらして、発光素子からの光が溝の発光素子側の内面と成す入射角 i が大きくなるようにする。これによって発光素子側の内面から空気中に出た屈折光が、（a）被覆層の受光素子を被覆する部分に再び入込むことを防ぎ、または（b）発光素子側の内面を境界面として全反射させる。こうして発光素子から受光素子へのクロストーク光を確実に防ぐ。

【0030】また本発明は、発光素子は、導体上に設けられ、この導体には、前記並置方向に沿う発光素子と、溝の前記発光素子側の内面との間で、発光素子側よりも受光素子側で隆起した段差が形成され、この段差によって、発光素子から前記発光素子側の内面に進む光を部分的に遮蔽することを特徴とする。本発明に従えば、図 12 のように、発光素子が設けられる導体、たとえばリードフレームのリードなどである導体に段差を形成する。この段差によって、発光素子から、溝の発光素子側の内面に進む光を部分的に遮蔽する。このことによって、発光素子から受光素子へのクロストーク光を確実に防ぐことができる。

【0031】また本発明は、2つの通信ユニットを含み、各通信ユニットは、（a）発光／受光装置であって、発光素子と受光素子とが、間隔をあけて並置され、発光素子の発光方向と、受光素子によって受光される光の入射方向とが、発光素子と受光素子との並置方向に関して、一方側に、設けられ、発光素子と受光素子とが、透光性合成樹脂製被覆層によって被覆され、被覆層には、発光素子と受光素子との間で、前記一方側に開放した溝を形成した発光／受光装置と、（b）送信すべきデータを変調して発光素子を駆動する送信手段と、（c）

受光素子からの出力を復調して前記データを得る受信手段とを含み、一方の通信ユニットの発光素子からの光を他方の通信ユニットの受光素子によって受光し、かつ前記他方の通信ユニットの発光素子からの光を前記一方の通信ユニットの受光素子によって受光して全二重通信を行うことを特徴とする双方向全二重通信装置である。本発明に従えば、発光／受光装置における発光素子から受光素子へのクロストーク光を除去することができるので、2つの各通信ユニットの発光／受光装置間の伝送距離を長くするために受光素子の増幅利得を高く設定した構成としても、誤動作が防がれ、データ伝送を正確に行うことができる。本発明の発光／受光装置は、双方向全二重方式の通信のために用いることができるだけでなく、双方向半二重方式の通信のためにもまた、用いることができ、さらにこのようなおよびその他のデータ伝送の通信のために用いることができる。それだけでなく、本発明は、発光素子からの光を被検出物体で反射し、その反射光を受光素子で受光し、これによって被検出物体を検出するいわゆる反射形ホトインタラプタなどとしてもまた実施することができ、さらにその他の用途にも本発明を関連して実施することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明の実施の一形態の双方向全二重通信装置における発光／受光装置であるフロントエンド部 26 の一部の断面図である。鉄などの金属製リードフレームのリードである導体 27 には、発光素子である発光ダイオード 28 と受光素子であるホトダイオード 29 とが、図 1 の左右方向である並置方向に間隔をあけて設けられる。この導体 27 にはまた、発光ダイオード 28 の駆動のための集積回路 47 およびホトダイオード 29 の信号処理のための集積回路 49 などが設けられる。発光ダイオード 28 およびホトダイオード 29 は、半導体チップから成る。発光ダイオード 28、ホトダイオード 29 および導体 27 などは、透光性合成樹脂材料、たとえば熱硬化性合成樹脂であるエポキシ樹脂などの被覆層 31 によって一体成形されて被覆される。被覆層 31 は、選択的に周波数遮断する特性などを有してもよい。

【0033】発光ダイオード 28 からのデータ伝送のための光は、参照符 32、33 を経て送信光として進む。受信光は、参照符 34、35 で示されるようにして進み、ホトダイオード 29 で受光される。こうして送信光 32、33 のための発光ダイオード 28 と受信光 34、35 のためのホトダイオード 29 との並置方向（図 1 の左右方向）に関して一側方（図 1 の上方）に発光／受光される。

【0034】被覆層 31 は、発光ダイオード 28 からの光を光軸 43 に平行な平行光とする発光用レンズ 44 を有し、またホトダイオード 29 に、光軸 45 に平行な光 34 が入射されるとき、その光 34 をホトダイオード 2

9の受光面に集光する受光用レンズ46を有する。これらのレンズ44、46は、大略的に半球状の凸レンズであつてもよい。

【0035】図2は、図1に示されるフロントエンド部26の全体の構成を示す断面図である。発光ダイオード28の駆動用集積回路47は導体48に設けられ、ワイヤボンディングによって発光ダイオード28と接続される。ホトダイオード29のための信号処理用集積回路49は、導体51に設けられ、ホトダイオード29とワイヤボンディングされて接続される。

【0036】図3は、フロントエンド部26の平面図である。溝37は、被覆層31において、前記並置方向と前記一側方とを含む仮想上の一平面（図3の紙面に垂直な平面）の両側（図3の上下方向）でレンズ44、46間で連結部52、53で連なる。これによって強度が向上する。

【0037】発光ダイオード28とホトダイオード29とが単一の共通の導体27に設けられることによって、これらの発光ダイオード28とホトダイオード29との相互の位置関係が正確に設定される。したがってそれらの光軸43、45が図1の紙面内でたとえば平行に設定することが可能である。

【0038】導体27では、図4に示されるように発光ダイオード28が設けられるための有底帽状のキャップ部54を有する。キャップ部54は、発光ダイオード28が取付けられる底55と、前記一側方（図1および図2の上方）になるにつれて内径が大きくなるように形成されたほぼ中空円錐台状の傾斜部56とを含む。傾斜部56の内面によって、発光ダイオード28の側部からの光が反射されて、前記一側方に、図1の参照符57で示されるようにして反射される。

【0039】本発明に従えば、発光ダイオード28からの一部の光が、参照符36で示されるようにホトダイオード29側に進むとき、その光36がホトダイオード2

$$\sin r = n \cdot \sin i$$

被覆層31がエポキシ樹脂であるとき、屈折率 n ＝約1.54であり、入射角 i および屈折角 r が小さい範囲

$$r = 1.54 \cdot i$$

したがって $r > i$ であり、発光ダイオード28からの光36は、受信側であるホトダイオード29側に入りにくいように屈折した屈折光39となって進む。すなわち発光ダイオード36から内面38を透過した屈折光39は、その屈折角 r が入射角 i に比べて大きくなって、空气中にいわば逃げてゆき、受光用レンズ46およびその付近に入込むことがなくなる。たとえその屈折光39が、もう一つのホトダイオード29側の内面42に到達したとしても、この内面42で少なくとも部分的な反射が生じるので、ホトダイオード29に入射されるクロストーク光が大きく低減される。

【0044】図5は、図1～図4に示されるフロントエ

9に入射して、誤って受光されることを防ぐために、被覆層31には、発光ダイオード28とホトダイオード29との間で、前記一側方（図1の上方）に開放した溝37が形成される。これによって（a）溝37の発光ダイオード28側の境界面である内面38を通過した屈折光39は、前記一側方に進み、受光素子、ホトダイオード29に入射することが防がれ、また（b）光36が内面38で全反射して参照符41で示されるように進み、内面38を境界面として大気中に出ることはない。こうして溝37のホトダイオード29側の境界面である内面42に発光ダイオード28からの光が入込むことはない。

【0040】すなわち本発明の考え方によれば、被覆層31には、発光ダイオード28とホトダイオード29との間で溝37が形成され、内面38、42がその被覆層31と空気との境界面となる。発光ダイオード28からの光36は、内面38に当たり、その内面38で反射して反射光41となり、また内面38から空气中に屈折する光39の強度は、光36の強度から反射光41の強度を減算した値となる。こうして大気中に進む光39の強度は、反射光41の強度の分だけ、減衰されることになる。こうして空气中の光39の強度が大きく減少することになる。また内面42内に入射してくる光があったとしても、その内面42で部分的に反射され、入射され、ホトダイオード29側に進む光が減衰されることになる。このようにして、溝37の働きによって、ホトダイオード29へのクロストーク光を減少または除去することができる。

【0041】溝37の発光ダイオード28側の内面38である境界面で、入射する光36が法線58と成す入射角を i とし、大気中に透過した光の屈折角を r とし、被覆層31の光の屈折率を n とすると、式3が成立する。

【0042】

$$\dots (3)$$

では、大略的に式4が成立する。

【0043】

$$\dots (4)$$

ンド部26を備える双方向全二重通信装置の一方の通信ユニット58のブロック図である。図6は、フロントエンド部26の具体的な構成を示す電気回路図であり、もう一つの対を成す通信ユニット59のフロントエンド部26aの具体的な構成を併せて示す。これらの各通信ユニット58、59は、同一構成を有し、対応する部分には同一の数字に添え字aを付して示す。マイクロコンピュータなどによって実現される処理回路61からの送信されるべきデータは、送受信回路UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 62に与えられ、変調回路63でそのデータが変調され、送信回路である駆動用集積回路47に与えられて、発光ダイオード

28が駆動される。発光ダイオード28には、スイッチングトランジスタ65が直列に接続される。発光ダイオード28からは、たとえば波長850~900nmの赤外光が放射される。この発光ダイオード28からの送信光33は、もう1つの通信ユニット59におけるフロントエンド部26aのホトダイオード29aで受光される。フロントエンド部26aにおける発光ダイオード28aから放射されてフロントエンド部26で受光される受信光34は、ホトダイオード29で受光され、信号処理用集積回路49で増幅回路63によって増幅され、レベル弁別回路64によって2値化、波形整形され、復調回路65に与えられる。こうして通信ユニット26aからのデータが得られ、送受信回路62に与えられ、処理回路61で演算処理が行われる。送受信回路62は、処理回路61からの並列データを直列ビットに変換して変調回路63に与え、また復調回路65からの直列ビットのデータを並列に変換して処理回路61に与える。

【0045】図7は発光ダイオード28の具体的な構成を示す断面図である。発光ダイオード28は、PN接合をもつシリコン結晶であり、N領域67とP領域68とには、電極71、72が設けられる。電源66によって電極71、72間に順電圧を印加すると、N領域67から電子が、またP領域68からは正孔がPN接合69に移動し、電子と正孔が再結合し、その際に光32を発生する。このPN接合69からはまた、側方に光36、57が放射される。

【0046】図8は、ホトダイオード29の具体的な構成を示す断面図である。このホトダイオード29は、N領域77とP領域78とがPN接合されて構成される。受光領域73に入射光35が入射すると、格子に結合されていた電子は、結合を解き放たれて自由な電子となり、自由な電子および正孔が発生する。これらの電子および正孔は、空乏領域74に移動し、光の強度に比例した絶対値を有する電流として、電極75、76間から取出される。

【0047】本発明の他の実施例では、発光ダイオード28に代えて、半導体レーザ素子であってもよく、その他の光などの電磁波を発生する半導体素子であってもよく、またホトダイオード29に代えて、ホトトランジスタ、太陽電池およびその他の半導体などから成る受光素子であってもよい。

【0048】図9は、本発明の実施の他の形態のフロントエンド部79の平面図である。この実施の形態は、前述の図1~図8に関連して述べた構成に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。注目すべきはこの実施の形態では、溝81の発光ダイオード2側の内面82とホトダイオード3側の内面83とは、発光用レンズ10と受光用レンズ11、したがって発光ダイオード28およびホトダイオード29の外周に沿って、軸線43、45を中心とする仮想直円柱の外周の一部を成す。この

内面82、83に連なって、内面84、85は、軸線43、45を含む仮想上の一平面に垂直であって相互に平行である。発光ダイオード28からの光は、放射状に発生される。したがって発光ダイオード28とホトダイオード29の並置方向（図9の左右方向）に垂直なy方向86に対して角度を有する光87は、発光ダイオード28側の境界面である内面82を透過し、その透過光88は、ホトダイオード29側の内面83に再入射しにくくなり、内面83に光88の反射し、ホトダイオード29に入射することが抑制される。したがって発光ダイオード28から内面82に向けて進む光87は、上述のようにしてホトダイオード29にクロストーク光として入射されることが防がれる。

【0049】図10は、本発明の実施の他の形態のフロントエンド部89の断面図である。この実施の形態は、前述の図1~図9の実施の各形態に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。注目すべきはこの実施の形態では、被覆層31には、発光ダイオード28とホトダイオード29との間で、並置方向（図10の左右方向）に関して他側方（図10の下方）に開放した溝91がさらに形成される。この溝91の発光ダイオード28側の内面92およびホトダイオード29側の内面93とによって、前述の一方側の溝37と同様にして、発光ダイオード28からの導体27よりも図10の下方にまわり込んで進む光が、ホトダイオード29側に入射されることが防がれる。

【0050】こうして導体27に関して発光ダイオード28とは反対側（図10の下方）において、被覆層31は発光ダイオード28からのクロストーク光の光路になり得るけれども、上述の溝91を形成することによって、そのクロストーク光を削減し、ホトダイオード29へのクロストーク光によるノイズの混入を防ぐ。溝37、91は、前述の図9と同様に、円弧状の溝81が形成されてもよい。

【0051】図11は、本発明の実施の他の形態のフロントエンド部95の断面図である。この実施の形態は、前述の実施の形態に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。注目すべきはこの実施の形態では、被覆層31に形成された溝37の発光ダイオード28側の内面38は、発光ダイオード28から、発光ダイオード28とホトダイオード29との並置方向（図11の左右方向）の一方側方（図11の上方）に遠ざかるにつれて、ホトダイオード29寄りに角度 θ だけ傾斜している。この内面38は、光軸43、45を含む一平面に垂直である。発光ダイオード28からの光97が境界面である内面38に入射すると、その内面38で反射光98が生じ、また屈曲して光99の透過が生じる。発光ダイオード28からの光97の内面38における入射角 i が、全反射の臨界角、たとえば前述のように約41度以上であれば、屈折光99が生じない。内面38は角度 θ 1を有

することによって、入射角 i を大きくし、この内面 38 で光 97 の全反射を行うことが確実になる。角度 $\theta 1$ は、前記並置方向に対して零度を越え、90 度未満の値であり、たとえば 70 度などの値であってもよい。図 11 の内面 38、42 は、図 9 と同様に、軸線 43、43 を中心とする円弧状であってもよい。

【0052】図 12 は、本発明の実施のさらに他の形態のフロントエンド部 101 の断面図である。この実施の形態は前述の実施の形態に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。特にこの実施の形態では、導体 27 のキャップ 54 を、前述の実施の各形態に比べて図 12 の下方に低くし、溝 37 に進む光 102 の内面 38 における入射角 i を大きくして臨界角以上とし、光 102 を全反射させて全反射光 103 を得、透過する屈折光 104 を零またはごくわずかとする。こうして溝 37 の発光ダイオード 28 側の内面 38 を透過した屈折光 104 が、(a1) 被覆層 31 のホトダイオード 29 を被覆する部分 105 よりも前記一側方（図 12 の上方）に、進むようにし、または (b1) この発光ダイオード 28 側の内面 38 で入射光 102 が全反射する臨界角となる大きい入射角 i が得られるように、発光ダイオード 28 の図 12 の上下の位置を設定する。すなわち発光ダイオード 28 と、溝 37 の発光ダイオード 28 側の内面 38 との前記並置方向（図 12 の左右方向）に垂直な図 12 の上下方向の相互の位置を、前記入射角 i が、前記条件 a1、b1 を満たすように、定める。

【0053】また発光ダイオード 28 からの側方へ進む光 105 は、導体 27 のキャップ部 54 の傾斜面 56 で反射され、光 107 となって前記一側方（図 12 の上方）に進む。このキャップ 54 の傾斜面 56 のうち、前記内面 38 寄り、すなわちホトダイオード 29 寄りの部分 56c は、上述のように光 105 を反射させるように、その図 12 の上面 27c から下方に深さ D1 が深く延び、これに対して発光ダイオード 28 の図 12 における左方に配置される駆動用集積回路 47 には、その発光ダイオード 28 からワイヤボンディングの導体 106 によって接続されることが容易となるために、この傾斜面 56d の深さ D2 を浅く設定する ($D1 > D2$)。

【0054】図 11 および図 12 の各溝 37 は、前述の図 9 に関連して述べた円弧状の溝 81 として形成されてもよく、さらに図 11 および図 12 の実施の各形態において、図 10 に示されるように前記他側部にもう 1 つの溝 91 が形成されてもよく、この溝 91 は、図 9 の円弧状の溝 81 と同様に形成されてもよい。

【0055】本発明の実施の他の形態では、図 1～図 12 に示される各フロントエンド部 26、79、89、95、101 は、双方向二重通信のフロントエンド部として用いることができるだけでなく、被検出物体を検出するいわゆる反射形ホトインタラプタとして用いることができる。このとき発光ダイオード 28 とホトダイオード

29 との各軸線 43、45 は、前記一側方（図 1 の上方）に向けて相互に近接するように傾斜されていてもよい。この反射形ホトインタラプタでは、発光ダイオード 28 からの光は、DC（直流）光であってもよく、または連続した変調光であってもよい。この変調光を用いるとき変調光であるホトダイオード 29 からの出力は、その変調光だけを選択的に取出すバンドパスフィルタなどが用いられる。これによって外乱ノイズによって悪影響されずに、そのフィルタを通過した出力レベルを予め定める弁別レベルでレベル弁別することによって、2 値信号を得て、被検出物体の近接を検出することができる。

【0056】上述の実施の各形態において、被覆層 31 を用いて発光ダイオード 28、ホトダイオード 29 および導体 27、48、51 などを一体成形するにあたっては、たとえばトランスファー成形法および注型法などが採用される。トランスファー成形法は、金型キャビティを予め閉じ切っておいて、金型の一部に設けられた材料室、すなわちポット部から高い圧力のもとに透光性熱硬化性合成樹脂材料を、キャビティ内に押し込む方法である。注型法は、液状の前記材料を、型に注ぎ込んで、常温または加熱によって硬化させる方法である。特に注型法によれば、図 11 に関連して前述したフロントエンド部 95 の溝 37 における角度 $\theta 1$ を有する内面 38 を、型によって成形することが容易である。被覆層 31 は、熱硬化性合成樹脂材を用いるだけでなく、熱可塑性合成樹脂材料、およびセラミックなどの透光性材料から成ってもよい。

【0057】

【発明の効果】請求項 1 の本発明によれば、発光素子と受光素子との間で、透光性合成樹脂から成る被覆層には、一側方に開放した溝を形成し、これによって発光素子から受光素子へのクロストーク光を除去することができるようになる。しかもこの構成は簡単であり、発光素子と受光素子との間に遮光板などを配置する構成ではないので、生産性が優れており、また小形化が可能になる。

【0058】請求項 2 の本発明によれば、溝の内面が円弧状であるので、発光素子側の内面から空气中に透過した光が、受光素子側の内面に入射しにくくなり、その受光素子側の内面で反射し、被覆層の受光素子を被覆する部分内に入射することが防がれる。このことによって受光素子に発光素子からのクロストーク光が入射されることを防ぐことができる。

【0059】請求項 3 の本発明によれば、クロストーク光を除去するための溝は、発光素子と受光素子との並置方向に関して一方側（図 10 の上方）だけでなく、他方側（図 10 の下方）にも形成し、これによってこのクロストーク光の受光素子への入射をさらに一層確実に、防ぐことができる。

【0060】請求項 4 の本発明によれば、溝の受光素子

側の内面を傾斜させて、発光素子からの光を、その受光素子側の内面で全反射させることができる。これによって発光素子から受光素子へのクロストーク光を除去することができる。

【0061】請求項5の本発明によれば、発光素子を、並置方向に垂直な方向（図12の下方）にずらして発光素子からの光が発光素子側の内面と成す入射角 θ を大きくする。これによって発光素子側の内面を透過した屈折光が、空気中に進んで、受光素子を被覆している被覆層の部分に入込むことを防ぎ、または発光素子側の内面で全反射させる。こうして受光素子に発光素子からのクロストーク光が入射されることを防ぐ。

【0062】請求項6の本発明によれば、発光素子が設けられるリードなどの導体に段差を形成して、発光素子から発光素子側の内面に進む光を部分的に遮蔽し、これによってクロストーク光を防ぐことができる。

【0063】請求項7の本発明によれば、受光素子への発光素子からのクロストーク光の混入が機械的構成によって除去されるので、データ通信の伝送距離を長くすることができるようにするために、受光素子の出力を高利得で増幅しても、そのクロストーク光によるデータ通信の誤動作を防ぐことができ、正確なデータの伝送を行うことができる。これによって双方向全二重方式で通信を行い、通信時間を有効に利用した高速度のデータ伝送が可能になる。すなわちこのような発光／受光装置を、たとえばデータ通信のために用い、そのデータ通信の距離を大きくするために被覆層を凸レンズなどの形状とし、その外径を大きくする場合においても、発光素子と受光素子との間に上述のように溝を形成することによって、クロストーク光を除去することができるので、構成をできるだけ小形化することができる。またクロストーク光が受光素子に混入しないので、上述のようにデータ伝送距離を長くすることができるようにするために、受光素子の出力を高利得で増幅しても、クロストーク光によるノイズの混入が確実に防がれ、長い伝送距離にわたる通信が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の双方向全二重通信装置における発光／受光装置であるフロントエンド部26の一部の断面図である。

【図2】図1に示されるフロントエンド部26の全体の構成を示す断面図である。

【図3】フロントエンド部26の平面図である。

【図4】フロントエンド部26の平面図である。

【図5】図1～図4に示されるフロントエンド部26を備える双方向全二重通信装置の一方の通信ユニット58のブロック図である。

【図6】フロントエンド部26の具体的な構成を示す電気回路図である。

【図7】発光ダイオード28の具体的な構成を示す断面図である。

【図8】ホトダイオード29の具体的な構成を示す断面図である。

【図9】本発明の実施の他の形態のフロントエンド部79の平面図である。

【図10】本発明の実施の他の形態のフロントエンド部89の断面図である。

【図11】本発明の実施の他の形態のフロントエンド部95の断面図である。

【図12】本発明の実施のさらに他の形態のフロントエンド部101の断面図である。

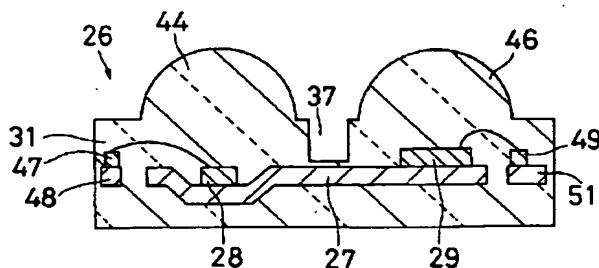
【図13】先行技術の一部の縦断面図である。

【図14】先行技術の一部の縦断面図である。

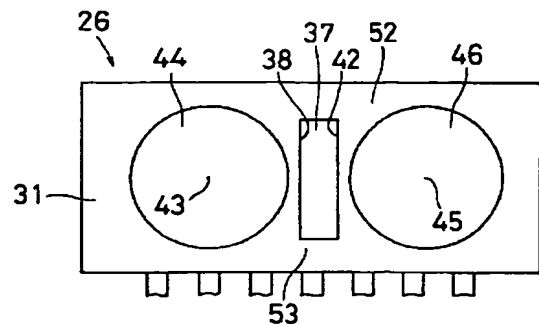
【符号の説明】

26, 79, 89, 95, 101 フロントエンド部
28 発光ダイオード
29 ホトダイオード
31 被覆層
44 発光用レンズ
46 受光用レンズ
47 駆動用集積回路
49 信号処理用集積回路
54 キャップ部
58, 59 通信ユニット

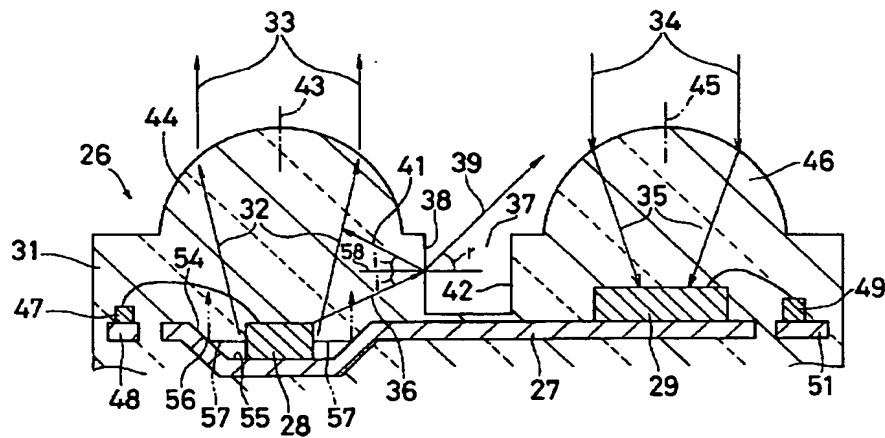
【図2】



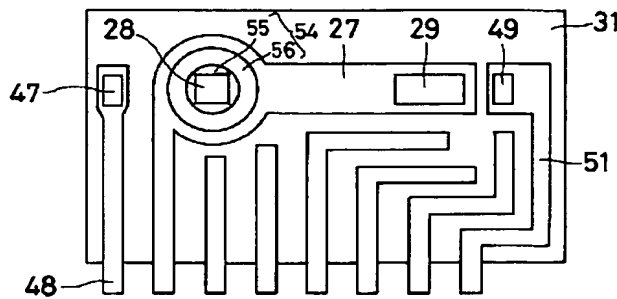
【図3】



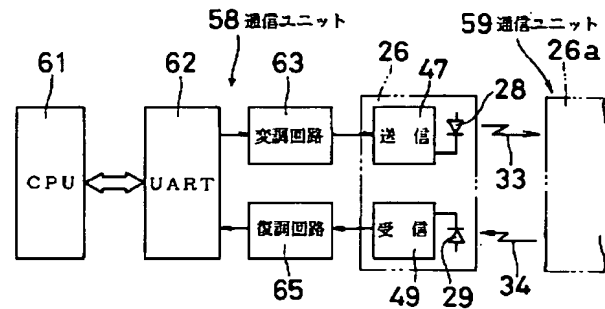
【図1】



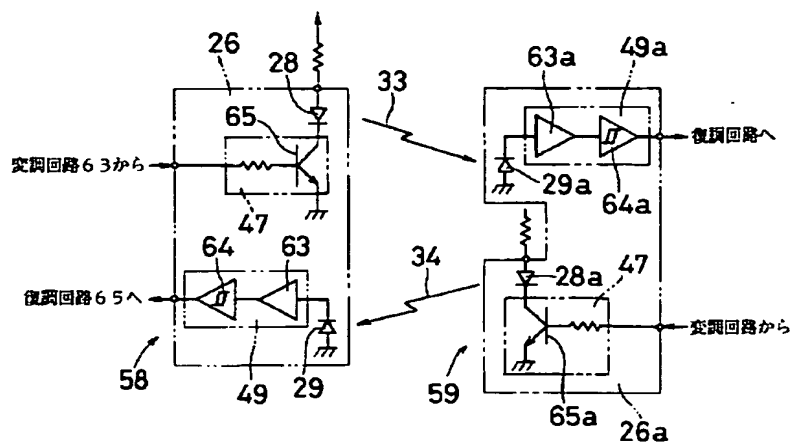
【図4】



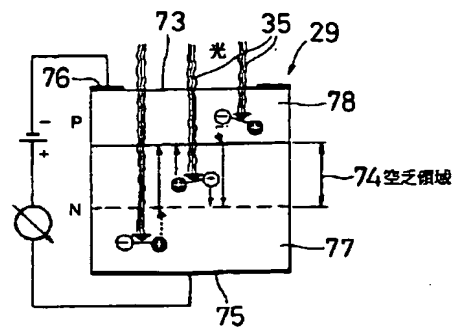
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

F I

H O 4 B 10/28

10/02

10/18